



Universitat d'Alacant  
Universidad de Alicante

# Innovaciones metodológicas en docencia universitaria: resultados de investigación

Coordinadores

José Daniel Álvarez Teruel

Salvador Grau Company

María Teresa Tortosa Ybáñez

Coordinadores  
José Daniel Álvarez Teruel  
Salvador Grau Company  
María Teresa Tortosa Ybáñez

© Del texto: los autores. 2016  
© De esta edición:  
Universidad de Alicante  
Vicerrectorado de Estudios, Formación y Calidad  
Instituto de Ciencias de la Educación (ICE), 2016

ISBN: 978-84-608-4181-4

Revisión y maquetación:  
Salvador Grau Company  
Daniel Gallego Hernández

## 134. INTERMAT-IV (red de investigación INTERdisciplinar en MATeriales - IV)

---

*José Miguel Molina Jordá*

Departamento de Química Inorgánica  
Universidad de Alicante

RESUMEN. La red INTERMAT IV sigue la continuidad del trabajo realizado en la serie de redes INTERMAT que se han venido desarrollando durante estos últimos años (2011-2015). El acrónimo INTERMAT viene de “investigación INTERdisciplinar en MATeriales” y el objetivo de cada una de estas redes ha sido la investigación sobre las prácticas docentes en el área de la Ciencia de los Materiales. Esta investigación, centrada en el uso de las TIC en clase, se ha planteado como un trabajo de equipo con carácter colaborativo e interdisciplinar. En el caso concreto de la red INTERMAT IV el equipo humano ha estado formado por 6 personas con formación muy variada: 4 personas con perfil de personal docente universitario (PDI) de las ramas de Física y Química y 2 alumnos de las ramas de Psicopedagogía y de Magisterio. La red INTERMAT IV se ha desarrollado durante el curso académico 2014-2015 y ha resultado un éxito para los participantes, tanto desde el punto de vista profesional, ya que el trabajo colaborativo ha permitido fructificar los resultados en diversas comunicaciones a congresos, como personal, dado el clima de armonía en que se ha trabajado.

*Palabras clave:* Espacio Europeo de Educación Superior (EEES), equilibrio químico, simuladores, códigos QR, TIC.

## **1. INTRODUCCIÓN**

La red INTERMAT IV supone un trabajo de continuidad con respecto a sus redes predecesoras INTERMAT, INTERMAT II e INTERMAT III, centradas en el estudio y la investigación de nuevas metodologías docentes en el campo de la Ciencia de los Materiales

La docencia en Ciencia de los Materiales se ejerce en la Universidad de Alicante en muchas carreras de Grado, entre las que podemos mencionar algunas técnicas como Arquitectura o Ingeniería Civil u otras de índole más básico y experimental como Química o Ingeniería Química. El hecho de llevar varias ediciones de la red INTERMAT ya proporciona una idea de la necesidad actual y cada vez más creciente de preocuparse por aspectos concernientes a la docencia de esta disciplina en estas ramas de conocimiento. A continuación se comentan algunos aspectos relevantes que dieron pie a la creación de INTERMAT IV, así como también se describen las actividades realizadas en el marco de esta red.

### **1.1. Problema/cuestión**

La actividad docente en la disciplina de la Ciencia de Materiales no está exenta de problemas que deben preocupar al docente y a la comunidad universitaria. Esta rama del saber se caracteriza por ser ampliamente interdisciplinar y aglutinar una gran carga conceptual proveniente de otras disciplinas como Matemáticas, Física, Química, Geología, Cristalografía, etc. Estas disciplinas tienen un fuerte carácter abstracto y muy a menudo no están entre las preferidas por los estudiantes. Esto se pone de manifiesto en las bajas calificaciones obtenidas por los estudiantes en esta disciplina, lo cual permite intuir un inadecuado proceso de aprendizaje del alumno. Es por ello que la docencia de la Ciencia de Materiales requiere una profunda reflexión con objeto de plantear y abordar un adecuado proceso de enseñanza-aprendizaje.

La docencia tradicional de estas disciplinas ha sido realizada en pizarra y, más recientemente, con apoyo de presentaciones tipo “Power Point” que permiten animaciones y vídeos. No obstante, y dada la elevada abstracción de muchos de los conceptos relativos al área de Ciencia de Materiales, se hace cada vez más necesaria la exploración en nuevas metodologías y criterios para el desarrollo de nuevas y mejores prácticas docentes en esta área. La red INTERMAT IV ha centrado su trabajo en la investigación en esta dirección, con el objetivo de encontrar nuevas metodologías docentes que lleven al uso de las TIC's en el aula.

### **1.2. Revisión de la literatura**

La bibliografía acerca de la docencia en el área de la Ciencia de los Materiales es escasa o prácticamente inexistente. La Ciencia de los Materiales tiene un carácter vasto y muy interdisciplinar y, si bien sí se puede encontrar bibliografía de las ramas básicas de las que se nutre, la conjunción de éstas en esta disciplina de la Ciencia de los Materiales no puede fácilmente ser descubierta por medio de la lectura de los trabajos de investigación al respecto, ya que son muy pocos. La falta

de bibliografía al respecto quizás radica, precisamente, en la dificultad que plantea esta disciplina en cuanto a su interdisciplinareidad.

Entre la literatura que discute nuevas metodologías docentes para la enseñanza de la Ciencia de los Materiales se pueden citar algunos trabajos firmados por autores integrantes de la red INTERMAT IV. Cabe destacar, entre otros, los siguientes: Prieto (2008), Molina (2008), Lillo-Ródenas (2012), Molina (2012), Molina (2012), Molina (2012), Molina (2013), Casanova (2014), Narciso-Linares (2014), Sánchez-Adsuar (2014), Cornejo (2014), Molina (2013) y Molina (2014).

### **1.3. Propósito**

INTERMAT IV se ha configurado como una red de trabajo interdisciplinar con el propósito de indagar en aquellos aspectos clave de la docencia en la Ciencia de los Materiales en las diversas disciplinas en las que se imparte en la Universidad de Alicante. En especial, se ha dedicado esfuerzo a aquellos aspectos relacionados con la búsqueda de nuevas metodologías docentes, más adaptadas a nuestro tiempo, que permiten el uso de las TIC en el aula y que aporten una sustancial mejora en el proceso de enseñanza-aprendizaje de los alumnos. En concreto, la investigación se ha dirigido fundamentalmente a alumnos que cursan el Grado de Química, los cuales tienen a lo largo de su carrera dos asignaturas centradas en el área de la Ciencia de los Materiales, una en segundo curso llamada “Sólidos Inorgánicos” y otra en cuarto curso llamada “Ciencia de los Materiales”.

## **2. METODOLOGIA**

La metodología utilizada ha sido la misma que la utilizada en las redes INTERMAT, INTERMAT II e INTERMAT III. Se basa en un trabajo de doble vertiente: trabajo individual de cada miembro y trabajo grupal que se realiza en reuniones que se planifican al menos una vez al mes. En estas reuniones se exponen los avances de carácter individual de cada miembro y se plantean las pautas a seguir para los avances subsiguientes, que conllevan actividades de carácter tanto individual como grupal. Para poder seguir esta dinámica ha sido necesario definir adecuadamente una serie de objetivos con el tiempo, cuya discusión sobre su adecuación y alcance se ha logrado en las reuniones.

### **2.1. Descripción del contexto y de los participantes**

En la red INTERMAT IV han participado 6 personas, de formación heterogénea, y todas relacionadas con la Enseñanza en general o, en particular, la Enseñanza en Ciencia de Materiales. Cuatro de estas personas son profesores de la Universidad de Alicante: Enrique Louis es Catedrático de Física de la Materia Condensada en el Departamento de Física Aplicada; Javier Narciso es Catedrático de Química Inorgánica en el Departamento de Química Inorgánica; María Salvadora Sánchez Adsuar es Profesora Titular del Departamento de Química Inorgánica y José Miguel Molina es Profesor Ayudante Doctor en el Departamento de Química Inorgánica. Además, han participado dos estudiantes de la Universidad de Alicante, una de ellos está matriculada como estudiante de Doctorado en el área

de Psicopedagogía (P. Narciso) y el otro estudiante ha finalizado durante este año académico sus estudios de Magisterio (G. Casanova).

## **2.2. Instrumentos**

El instrumento básico ha sido la reunión interdisciplinar como herramienta de trabajo en equipo. Con objeto de que las reuniones sean efectivas y tengan una máxima asistencia es necesario definir las en base a dos criterios (según la experiencia adquirida en las distintas series de redes INTERMAT):

- por un lado, han de planificarse con suficiente antelación, de manera que todos los miembros del grupo hagan que la reunión ocupe un apartado en su agenda y pospongan otras actividades que puedan plantearse el mismo día a la misma hora;

- por otro lado, las reuniones deben consistir en actividades de duración determinada; en las últimas ediciones de redes INTERMAT se ha venido siguiendo la regla general de que una reunión no debe durar más de una hora. También es importante que la reunión tenga una duración mínima, a fin de que cada miembro tenga la conciencia de que debe hablar y expresar sus inquietudes, problemas, etc. durante al menos un determinado tiempo.

El canal de comunicación principal para el anuncio de las reuniones ha sido el correo electrónico. De esta forma, el coordinador de la red (J.M. Molina), con una semana de antelación, ha enviado un correo electrónico a todos los miembros del grupo anunciando la reunión en un documento que también contenía los puntos a tratar y qué trabajo podría aportar cada miembro. Como ya se ha mencionado, en el correo se especificaba que la duración de la reunión estaría comprendida entre media y una hora.

## **2.3. Procedimientos**

Se han fijado reuniones a lo largo del tiempo en las que se han marcado objetivos muy claros a corto, medio y largo plazo. A lo largo del tiempo ha habido una evolución muy positiva de los miembros de la red. Esto no es nuevo y ha venido ocurriendo en las anteriores ediciones de INTERMAT. Al principio, cuando el trabajo de la red está todavía por empezar, existe una cierta inercia y cuesta poner en marcha el equipo. Pasadas las primeras reuniones, cuando empieza a vislumbrarse el comienzo del trabajo para cubrir los distintos objetivos, parece que la dinámica se acelera, aumenta la motivación y todo va engranando cada vez mejor.

Se debe comentar que, a pesar del planteamiento de tiempos mínimo y máximo para cada reunión, las primeras reuniones se alargaron más de la cuenta. La razón para ello quizás sea la ya comentada anteriormente, relativa a la falta de motivación inicial, cuando todas las tareas están por empezar.

### 3. RESULTADOS

Con objeto de cubrir todos los objetivos de trabajo planteados en la red INTERMAT IV, se propusieron los distintos grupos de trabajo que a continuación se exponen. Así mismo se indica una descripción del trabajo de cada grupo y los miembros de la red que estuvieron implicados. Algunos de los resultados que aquí se comentan han podido materializarse en forma de comunicación en las XIII Jornadas de Redes de Investigación en Docencia Universitaria, celebradas en la Universidad de Alicante en julio de 2015 al amparo del Vicerrectorado de Estudios, Formación y Calidad y del Instituto de Ciencias de la Educación (ICE) de la misma universidad.

GRUPO DE TRABAJO 1 – NUEVAS METODOLOGÍAS DOCENTES PARA EL ESTUDIO DEL EQUILIBRIO QUÍMICO MEDIANTE SIMULADORES	
Descripción	Este grupo de trabajo ha explorado distintos simuladores para facilitar a los estudiantes la comprensión del concepto de “equilibrio químico”. El Equilibrio Químico en todas sus vertientes (reacciones de oxidación-reducción, comportamiento ácido-base, principio de Le Chatelier, etc.) es uno de los conceptos esenciales de la Química y es la base para la comprensión de una amplia gama de situaciones de interés en dicho campo. Por lo tanto es fundamental que el alumno alcance esa destreza-concepto lo antes posible, lo que conlleva que sea necesaria una revisión metodológica para adaptarse a los nuevos tiempos y a las nuevas necesidades de los alumnos. Este grupo de trabajo ha realizado ese trabajo de revisión metodológica, encaminada a tratar de dar respuesta a las consideraciones alternativas que presentan los alumnos en el ámbito universitario en relación al concepto de Equilibrio Químico. Para llevarla a cabo, se propone el uso de simuladores interactivos como recurso de apoyo que permita el acceso a un escenario novedoso que facilite la interacción directa con los principios y conceptos más significativos. Los simuladores, desde un enfoque constructivista, dan respuesta a la necesidad de adaptación y cambio que suscita el cambio de paradigma metodológico en ambientes universitarios, contribuyendo, en gran medida, al aprendizaje autónomo del alumno.
Miembros de la red implicados	Paula Narciso, Javier Narciso y José Miguel Molina

GRUPO DE TRABAJO 2 – NUEVAS METODOLOGÍAS DOCENTES QUE INCORPORAN EL USO DE VARIAS TICS	
Descripción	La incorporación de las TIC en el aula contribuye a facilitar los recursos docentes. Las estrategias de enseñanza del docente en el aula con el uso de las TIC se amplifican. La versatilidad que permiten los recursos TIC en la práctica educativa facilita la elaboración de los propios materiales docentes. Además disponemos de recursos prácticamente ilimitados en Internet, lo que nos permite adaptar los materiales a las características de aprendizaje de los alumnos e incluso facilitar el acceso a los materiales a personas con dificultades específicas. Partiendo de estos axiomas, la propuesta de este grupo de trabajo ha consistido en buscar materiales, recursos, etc., estructurados a través de la incorporación de códigos QR en documentos docentes, para favorecer las competencias TIC del docente y del alumno. Se ha adoptado el enfoque constructivista principalmente y a

	menor nivel el sistémico – complejo. Se ha buscado una taxonomía orientada a regular el proceso educativo en las sesiones de enseñanza aprendizaje que se ajuste a las demandas de la actual sociedad de la información.
Miembros de la red implicados	Gerardo Casanova Pastor, Enrique Louis y José Miguel Molina

GRUPO DE TRABAJO 3 – EXPLORACIÓN DE METODOLOGÍAS DOCENTES QUE INCORPORAN EL USO DE CÓDIGOS QR EN EL AULA	
Descripción	La integración de las Tecnologías de la información y Comunicación (TIC) en las aulas contribuye a mejorar la comprensión de los conceptos relacionados con un tema específico, amplifica las posibles estrategias de enseñanza y contribuye a que el estudiante adquiera una dimensión de mayor responsabilidad hacia su propio proceso de enseñanza/aprendizaje. Una de las TIC con mayor versatilidad son los códigos QR, que pueden utilizarse incorporados a materiales docentes con la función de aclarar o ampliar los conceptos que se trabajan en el aula. Este grupo de trabajo ha investigado en una propuesta para el uso de estos códigos QR, incorporados en materiales docentes, en la metodología de clase. La integración del uso de estos códigos en una actividad docente que tiene en cuenta las necesidades de atención del estudiante a lo largo del trabajo en el aula, potencia el aprendizaje de conocimientos y aumenta su curiosidad por la asignatura, por sus contenidos y por descubrir por sí mismos nuevas fronteras de conocimiento.
Miembros de la red implicados	José Miguel Molina, Gerardo Casanova y María Salvadora Sánchez

A continuación se explican con más detalle algunas de las actividades realizadas y de los resultados obtenidos para cada grupo de trabajo.

#### GRUPO DE TRABAJO 1 – NUEVAS METODOLOGÍAS DOCENTES PARA EL ESTUDIO DEL EQUILIBRIO QUÍMICO MEDIANTE SIMULADORES

El “equilibrio químico” resulta ser uno de los conceptos más fundamentales que los estudiantes deben hacer propio desde antes de ingresar en la universidad, debido a que en él se basan muchas de las transformaciones químicas que se estudian en el Grado en Química. No obstante su importancia, incluso en cursos avanzados de universidad se detecta que los estudiantes no han comprendido bien este concepto y, derivado de ello, manifiestan carencias importantes en la comprensión de diversas materias relacionadas. Es por ello que este grupo de trabajo se ha constituido para explorar nuevas herramientas TICS (simuladores) que permitan reforzar la comprensión de este concepto.

A continuación se presentan en forma de Tablas los resultados más relevantes del estudio. En la Tabla 1 se relacionan los distintos simuladores más interesantes que trabajan el “equilibrio químico” que se han encontrado, así como su ubicación de donde pueden descargarse de forma gratuita. En la Tabla 2 se expresan por categorías los distintos simuladores que han sido clasificados en función de la dificultad que permiten abordar.



**Tabla 1. Ordenación de los simuladores**

Programa o página de referencia	Simulador	Ubicación	Nº
Phet	Salts & Solubility	<a href="http://phet.colorado.edu/en/simulation/soluble-salts">http://phet.colorado.edu/en/simulation/soluble-salts</a>	1
	Acid-Base Solutions	<a href="http://phet.colorado.edu/en/simulation/acid-base-solutions">http://phet.colorado.edu/en/simulation/acid-base-solutions</a>	2
	Balancing Chemical Equations	<a href="http://phet.colorado.edu/en/simulation/balancing-chemical-equations">http://phet.colorado.edu/en/simulation/balancing-chemical-equations</a>	3
	Concentration	<a href="http://phet.colorado.edu/en/simulation/concentration">http://phet.colorado.edu/en/simulation/concentration</a>	4
	Molarity	<a href="http://phet.colorado.edu/en/simulation/molarity">http://phet.colorado.edu/en/simulation/molarity</a>	5
	pH Scale	<a href="http://phet.colorado.edu/en/simulation/ph-scale">http://phet.colorado.edu/en/simulation/ph-scale</a>	6
	Ph Scale: Basics	<a href="http://phet.colorado.edu/en/simulation/ph-scale-basics">http://phet.colorado.edu/en/simulation/ph-scale-basics</a>	7
	Reversible Reactions	<a href="http://phet.colorado.edu/en/simulation/reversible-reactions">http://phet.colorado.edu/en/simulation/reversible-reactions</a>	8
	ChemVlab	<a href="http://www.chemvlab.com/activities/activity.php?id=5">http://www.chemvlab.com/activities/activity.php?id=5</a>	9
Chemistry-Davidson	Basics Concepts	<a href="http://www.chm.davidson.edu/vce/Equilibria/BasicConcepts.html">http://www.chm.davidson.edu/vce/Equilibria/BasicConcepts.html</a>	10
	Equilibrium Constant	<a href="http://www.chm.davidson.edu/vce/Equilibria/EquilibriumConstant.html">http://www.chm.davidson.edu/vce/Equilibria/EquilibriumConstant.html</a>	11
	Reaction Table	<a href="http://www.chm.davidson.edu/vce/Equilibria/ReactionTable.html">http://www.chm.davidson.edu/vce/Equilibria/ReactionTable.html</a>	12
	Le Chatelier's Principle: Adding and Removing Reactants and/or Products	<a href="http://www.chm.davidson.edu/vce/Equilibria/LeChatelier.html">http://www.chm.davidson.edu/vce/Equilibria/LeChatelier.html</a>	13
	Le Chatelier's Principle: Temperature Changes	<a href="http://www.chm.davidson.edu/vce/Equilibria/Temperature.html">http://www.chm.davidson.edu/vce/Equilibria/Temperature.html</a>	14
	Le Chatelier's Principle: Volume Changes	<a href="http://www.chm.davidson.edu/vce/Equilibria/Volume.html">http://www.chm.davidson.edu/vce/Equilibria/Volume.html</a>	15

**Tabla 2. Relación concepciones alternativas – simuladores.**

Categoría	Concepción alternativa/dificultad	Simuladores
Conceptos previos que se utilizan en el estudio del	Indiferenciación entre cantidad y concentración. (Ej. Masa-concentración).	2,4,5,6,7,
	No aceptación de reacciones químicas reversibles, o indiferenciación.	10

equilibrio químico.	Confusión entre coeficientes estequiométricos y cantidades presentes en una reacción química.	3,10,12
	Dificultades matemáticas y en estequiometría.	3,10,12
	Confusión sobre el comportamiento de gases.	
	Incapacidad en el manejo de la proporcionalidad.	3,10,12
Características de un sistema en equilibrio químico.	Desconocimiento de la condición de ser un sistema cerrado.	2,11
	Compartimentación del equilibrio.	2,11,12
	Composición del sistema igual a una relación aritmética simple o estequiométrica.	2,3,11,12
	Consideran al equilibrio como estático.	1,2,11
	Consideran al equilibrio como único.	2,11
	Comportamiento pendular.	11
	Incomprensión de “reactivo limitante” en una situación de equilibrio.	2,3,11
Lenguaje, simbolismo empleado y constante de equilibrio.	Incorrecta interpretación de la doble flecha con distintas longitudes.	-
	Desconocimiento de cuando K es constante.	9
	Mantienen K inalterada ante cambios de temperatura.	9
	Consideran que en el equilibrio Kc es igual a 1.	-
Efecto del cambio de variables sobre el equilibrio	Mayores dificultades al aplicar Le Chatelier ante cambios de temperatura.	9
	No consideran todos los factores que afectan al equilibrio (control de variables).	8,9,13,15
	Dificultades al comparar las concentraciones entre un equilibrio inicial y uno final.	13,15
	Aplicación de Le Chatelier a situaciones que conducen a predicciones incorrectas.	9,13,15
	Incomprensión del efecto de agregar gas inerte al sistema de equilibrio.	13, 15
Velocidades de reacción	Confusión entre velocidad y extensión.	9
	La velocidad directa aumenta en la aproximación al equilibrio.	9
	Cuando la vd aumenta ante una perturbación la vi debe disminuir y viceversa.	-
	Igualdad de las vd y vi en equilibrio final con las del equilibrio inicial.	9
	Aplicación de Le Chatelier a las velocidades.	-
Catalizadores	El catalizador no afecta a la reacción inversa.	-
	El catalizador disminuye la velocidad inversa.	-
	El catalizador produce mayor proporción de productos en una mezcla en equilibrio.	-
Energía	Mal interpretación de la información que brinda el DH.	14
	No relacionan DG° con la extensión equilibrio.	9,14
	Confunden $\Delta G^\circ$ con $\Delta H$ .	14

Equilibrios heterogéneos	No comprensión de un proceso termodinámicamente reversible.	8,14
	Confunden energía de activación con $\Delta G^\circ$ .	-
	Confusión entre masa y concentración.	-
	La adición de más sólido modifica el equilibrio.	1

Del trabajo realizado pudo concluirse que el concepto de “equilibrio químico” parece presentar dificultades generalizadas, dadas las innumerables TICs desarrolladas en relación a este concepto. Los simuladores, adaptados en una metodología de clases prácticas, parecen ofrecer una alternativa adecuada y muy interesante que permite al alumno gestionar su aprendizaje así como ser el principal protagonista del mismo.

#### GRUPO DE TRABAJO 2 – NUEVAS METODOLOGÍAS DOCENTES QUE INCORPORAN EL USO DE VARIAS TICs

En diversas referencias bibliográficas (Casanova & Molina, 2013) (Casanova & Molina, 2014) se puede encontrar el modo de utilización de los códigos QR vinculados a materiales docentes, así como sus ventajas e inconvenientes tanto para el profesor como para el alumno. En este grupo de trabajo se ha querido ir un poco más allá y se han estudiado las posibilidades de combinación de los códigos QR con otras herramientas TICs. Gracias a un proceso de búsqueda en internet exhaustivo, se resumen un conjunto de recursos con los que pueden vincularse los códigos QR y que pueden potenciar el desarrollo de varias competencias en los alumnos. Estos recursos pueden estructurarse según las siguientes categorías:

tecnologías transmisivas (Tabla 3);

tecnologías interactivas (Tabla 4);

tecnologías colaborativas (Tabla 5).

**Tabla 3. Recursos vinculados a códigos QR de categoría transmisiva**

	Códigos QR vinculados a...	Competencias Sociocognitivas	Estrategias Metodológicas	Criterios	Funciones
--	----------------------------	------------------------------	---------------------------	-----------	-----------

Tecnologías Transmisivas – enfoque constructivista	issuu ( <a href="url:issuu">url:issuu</a> )	Activación de conocimientos previos (organizadores avanzados)	Actividad generadora de información previa.  Proporcionan puente.  Organizan la información.  Ofrecen marco conceptual.	Planificar para anticiparse a la acción.	Motivación.
	Trello ( <a href="url:trello">url:trello</a> )	Generación de expectativas.		Proceso no lineal.	Preparación de la clase.
	Slideshare( <a href="url:slide share">url:slide share</a> )	Conseguir un aprendizaje permanente.		Proporcionar soluciones variadas y pertinentes.	Fijación de nociones de clases anteriores.
	Pinterest ( <a href="url:pinterest">url:pinterest</a> )	Aprendizaje autónomo, pero no autodidacta.		Idoneidad.	Establecer índices.
	Cmapstools ( <a href="url:cmapstools">url:cmapstools</a> )	Autoregulación de sus procesos de aprendizaje.		Desempeño tareas nuevas.	Formular Objetivos.
	Mindmaps ( <a href="url:mindmaps">url:mindmaps</a> )	Realización de un aprendizaje estratégico.		Integrar saberes.	Sondear la preparación del alumno.  De clasificación .

**Tabla 4. Recursos vinculados a códigos QR de categoría interactiva**

	Códigos QR vinculados a...	Competencias Sociocognitivas	Estrategias Metodológicas	Criterios	Funciones
--	----------------------------	------------------------------	---------------------------	-----------	-----------

Tecnologías Interactivas – enfoque constructivista	blip.tv ( <a href="http://url:blip.tv">url:blip.tv</a> )	Asisten a la decodificación de mensajes.	Actividades de explicitación y descubrimiento.	Establecemos interacción entre profesor – alumno – recursos.	Compromiso del estudiante.
	Educreations ( <a href="http://url:educreations">url:educreations</a> )	Desarrollan estrategias de búsqueda y selección.	Desarrollo del contenido curricular (Técnica expositiva).	Desarrollar la inventiva metacognitiva.	Estímulo para la reflexión.
	Blendspace ( <a href="http://url:blendspace">url:blendspace</a> )	Aprendizaje activo combinándolo de formas distintas.	Técnica de la demostración de habilidades TIC.	Trabajamos en diferentes contextos (entornos reales, marcos profesionales).	Ofrecer flexibilidad para preparación materiales al profesor.
	Edutube ( <a href="http://url:edutube">url:edutube</a> )	Amplifican su aprendizaje.	Método de proyecto.	Adaptarse a los estilos de aprendizaje del alumno.	Facilitar la participación.
	Edpuzzle ( <a href="http://url:edpuzzle">url:edpuzzle</a> )				
	Pocket ( <a href="http://url:pocket">url:pocket</a> )				

**Tabla 5. Recursos vinculados a códigos QR de categoría colaborativa**

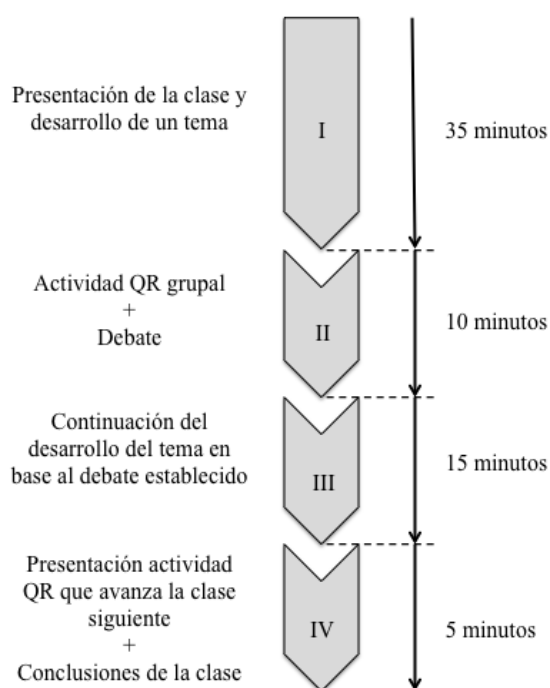
	Códigos QR vinculados a...	Competencias Sociocognitivas	Estrategias Metodológicas	Criterios	Funciones
Tecnologías Colaborativa – enfoque complejo	google drive ( <a href="http://url:googledrive">url:googledrive</a> )	Son capaces de trabajar de forma colaborativa.	Técnica del interrogatorio para evaluación continua.	Evaluación de los resultados obtenidos.	Verificación del aprendizaje.
	wordpress ( <a href="http://url:wordpress">url:wordpress</a> )	Aprenden en red.		Propuesta de nuevas estrategias.	Síntesis de lo estudiado.
	kuizza ( <a href="http://url:kuizza">url:kuizza</a> )	Construyen identidad personal	Evaluar el modo de comprensión del alumno.	Proceso no terminado.	Desarrollar la conciencia de grupo.
	quizbean ( <a href="http://url:quizbean">url:quizbean</a> )	Refuerzan las habilidades cooperativas		Posibilidades de enriquecimientos futuros.	Empleado para que tenga un efecto de ayuda.
	podcast ( <a href="http://url:podcast">url:podcast</a> )	Participación personal del alumno.	Plantear la edición de tareas y problemas propios.	Alto grado de libertad del alumno.	Distribuye el liderazgo del grupo.
	evernote ( <a href="http://url:evernote">url:evernote</a> )				Facilitar la participación.
	flipsnack ( <a href="http://url:flipsanck">url:flipsanck</a> )				

Del trabajo de este grupo ha podido extraerse mucha información para plantear nuevas metodologías docentes que incorporen el uso de estas herramientas TICs derivarse algunas conclusiones interesantes. Actualmente, el número ingente de recursos permite satisfacer las demandas de los estudiantes dentro del aula y fuera de ella de un modo personalizado, lo que posibilita mejorar sus competencias tanto personales como profesionales. Es por tanto una prioridad para el profesorado investigar, analizar y compartir la edición y creación de recursos con los estudiantes, integrando las necesidades de ambos para el logro de las competencias básicas – mínimas – y profesionales – generales.

### GRUPO DE TRABAJO 3 – EXPLORACIÓN DE METODOLOGÍAS DOCENTES QUE INCORPORAN EL USO DE CÓDIGOS QR EN EL AULA

El déficit de atención parece relacionarse con muchos de los problemas que los estudiantes arrastran en su proceso de enseñanza-aprendizaje y que, en ocasiones extremas, puede derivar en problemas agudos de falta de concentración e incluso el abandono de los estudios. En este grupo de trabajo se ha desarrollado un estudio conducente a indagar las repercusiones en la atención cuando se incorporan actividades con códigos QR en una nueva metodología de clase de 55 minutos. En la Figura 1 se presenta un diagrama consistente en una propuesta de incorporación de estas actividades con códigos QR.

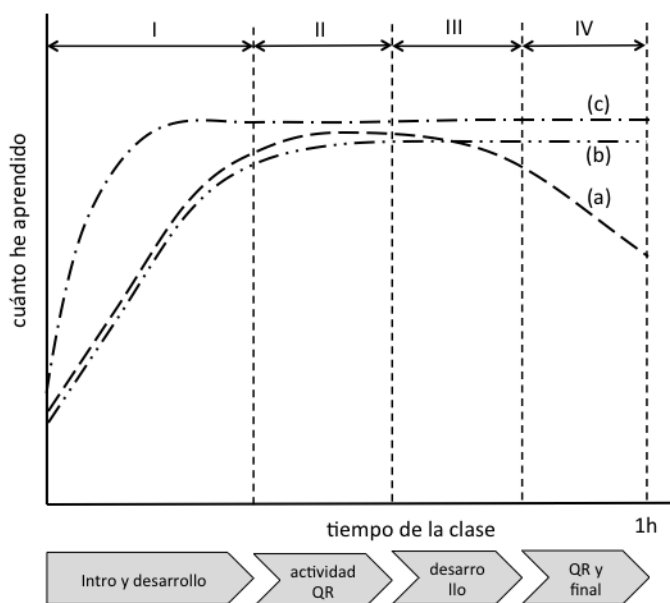
**Figura 1. Metodología de desarrollo de una clase en la que se han introducido dos actividades basadas en codificación QR**



Como puede verse, se plantea la realización de dos actividades: una, a los 35 minutos de la clase, que consiste en una actividad de visualización de contenido de internet a través de su codificación mediante QR y su posterior debate, y otra, al final de la clase, que avanza los contenidos de la siguiente clase. Lo que se pretende es modificar el conocido perfil de la “curva de atención” característica, de

manera que las expectativas de los alumnos sigan un curso creciente y constante durante la duración de la clase. A los alumnos con los que se trabajó se les hizo una encuesta en la que en una de las preguntas se les pedía que dibujaran un perfil que cuantificara cuánto creían ellos que habían aprendido en los diferentes momentos de la clase. Los resultados se presentan en la Figura 2.

**Figura 2. Resultados cualitativos del perfil dibujado por los estudiantes en la encuesta acerca de “cuánto he aprendido” con respecto al tiempo de clase para la nueva metodología de implantación de actividades planteadas a través del uso de códigos QR. Frecuencias obtenidas: curva (a) – 7 estudiantes; (b) – 5 estudiantes; (c) 7 estudiantes**



En vista de los resultados pudo concluirse que las actividades con códigos QR en la metodología de clase permitían mantener un nivel de actividad mental muy activo en los estudiantes, cosa que pudo luego comprobarse en base a los buenos resultados del curso.

## 4. CONCLUSIONES

En una edición más, la red INTERMAT IV, digna sucesora de sus predecesoras INTERMAT, INTERMAT II e INTERMAT III, ha cumplido con varios objetivos de trabajo basados en la investigación en recursos y metodologías docentes que puedan ser aplicadas en la docencia en el área de la Ciencia de los Materiales. El grupo de trabajo, consolidado ya en las ediciones anteriores, ha aglutinado en saber interdisciplinar de sus integrantes para acometer los objetivos propuestos desde varias puntos de vista. El trabajo en la red ha resultado ser nuevamente una experiencia fructífera en cuanto a resultados e inmejorable desde el punto de vista humano. Como docentes (o futuros docentes, en el caso de los dos estudiantes que han participado), la experiencia de trabajo en esta red (así como en las anteriores) redunda en una mayor confianza en el quehacer diario docente y en un estímulo de cooperación muy acusado, ya que la red, además de ser un entorno de trabajo, sirve como excusa para fomentar las relaciones humanas entre personas con

profesión docente, algo que acaba por ser un foro de amistad y de intercambio de vivencias.

Las valoraciones de los miembros de la red han sido muy positivas hacia las experiencias vividas y respecto a los conocimientos adquiridos. Además, se han desarrollado trabajos que han servido para su debate en las XIII Jornadas de Redes de Investigación en Docencia Universitaria 2015, celebradas en julio de 2015 en la Universidad de Alicante.

## **5. DIFICULTADES ENCONTRADAS**

Ya viene siendo habitual, por la experiencia acumulada en las ediciones de INTERMAT anteriores, que al principio aparezca una cierta inercia que hace que todo vaya más lento de lo normal. Sin embargo, cuando se van definiendo las tareas y cada grupo empieza a cosechar algún resultado aparece la motivación suficiente para hacer que todo ruede con normalidad. La adecuada planificación de tareas, objetivos y reuniones parece ser la clave para que la marcha de la red en términos generales haya sido la adecuada.

## **6. PROPUESTAS DE MEJORA**

El entorno de trabajo en la red INTERMAT IV ha sido inmejorable, según las experiencias recabadas de sus miembros. Es por ello porque cuesta proponer alguna mejora en términos sustanciales. El anhelo de varios miembros de la red es hacer más grande para el año siguiente la red, de manera que puedan hacerse más grupos de trabajo y que éstos puedan interrelacionarse. Algo que sí se quiere mantener para futuras ediciones de INTERMAT es la heterogeneidad en la formación de sus miembros, lo que permite un trabajo interdisciplinar del que todos pueden enriquecerse.

## **7. PREVISIÓN DE CONTINUIDAD**

Los miembros de la red INTERMAT IV agradecen poder contar con el apoyo de la Universidad de Alicante y de los organizadores y responsables del Programa Xarxes en un futuro. Justifican su opinión en base a los excelentes resultados obtenidos y a las buenas experiencias compartidas.

## **8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Prieto, R. Molina, J.M., Narciso, J. y Louis, E. (2008). El carbono como base para la nueva generación de disipadores de calor. VI Taller Iberoamericano sobre Educación en Ciencia e Ingeniería de Materiales. Barcelona (España).
- Molina, J.M. y Narciso, J. (2008). La enseñanza de Ciencia de Materiales en la Licenciatura en Químicas. VI Taller Iberoamericano sobre Educación en Ciencia e Ingeniería de Materiales. Barcelona (España).



- Lillo-Ródenas, M.A., Molina, J.M. y Serrano, E. (2012). Programación de las asignaturas relacionadas con Ciencia de Materiales en el Grado en Química. X Jornadas de Redes de Investigación en Docencia Universitaria. Universidad de Alicante. Alicante (España).
- Molina, J.M. (2012). Herramientas virtuales: laboratorios virtuales para Ciencias Experimentales – una experiencia con la herramienta VCL. X Jornadas de Redes de Investigación en Docencia Universitaria. Universidad de Alicante. Alicante (España).
- Molina, J.M. (2012). La tutoría académica-universitaria: metodología de desarrollo y potenciación a través del trabajo por proyectos. X Jornadas de Redes de Investigación en Docencia Universitaria. Universidad de Alicante. Alicante (España).
- Molina, J.M. (2012) INTERMAT (red de investigación INTERdisciplinar en MATeriales). Diseño de acciones de investigación en docencia universitaria (ISBN: 978-84-695-6638-1), p. 2994-3012 (2012).
- Molina, J.M. (2013). Virtual tools: virtual laboratories for experimental science – an experience with VCL tool. INTE 2013 Proceedings Books, Volume 2, p. 1736-1747 (2013).
- Casanova Pastor, G. Y Molina Jordá, J.M. (2014). Los códigos QR como tecnología de apoyo a las Necesidades Educativas Especiales. XII Jornadas de Redes de Investigación en Docencia Universitaria. Universidad de Alicante. Alicante (España).
- Narciso-Linares, P., Narciso-Romero, J. y Molina-Jordá, J.M. (2014). XII Jornadas de Redes de Investigación en Docencia Universitaria. Universidad de Alicante. Alicante (España).
- Sánchez-Adsuar, M.S. y Molina-Jordá, J.M. (2014). Teaching-learning methodologies: use of blended learning in chemistry laboratory. XII Jornadas de Redes de Investigación en Docencia Universitaria. Universidad de Alicante. Alicante (España).
- Cornejo Navarro, O., Martínez Mira, I., Vilaplana Ortego, E., Sepúlveda Escribano, A. y Molina Jordá, J.M. (2014). Química verde: trabajo de laboratorio en la microescala. XII Jornadas de Redes de Investigación en Docencia Universitaria. Universidad de Alicante. Alicante (España).
- Molina, J.M. (2013) INTERMAT II (red de investigación INTERdisciplinar en MATeriales). La producción científica y la actividad de innovación docente en proyectos de redes. (ISBN: 978-84-695-9336-3), p. 2498-2516 (2013).
- Molina, J.M. (2014) INTERMAT III (red de investigación INTERdisciplinar en MATeriales). Investigación y propuestas innovadoras de redes UA Diseño de acciones de investigación en docencia universitaria (ISBN: 978-84-695-6638-1), p. 2048-2064 (2014).